

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

09/890550

PCT/JP00/08284

JP 00/8284

ENV

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

24.11.00

REC'D 19 JAN 2001

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年11月30日

出願番号

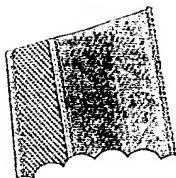
Application Number:

平成11年特許願第340408号

出願人

Applicant(s):

イビデン株式会社

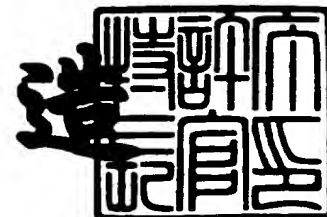


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 1月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3108521

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 P991889  
 【提出日】 平成11年11月30日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 C04B 38/00  
 【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 の 1 イビデン 株式  
 会社 大垣北工場 内

【氏名】 馬嶋 一隆

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 の 1 イビデン 株式  
 会社 大垣北工場 内

【氏名】 安田 裕之

【特許出願人】

【識別番号】 000000158

【氏名又は名称】 イビデン 株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068755

【住所又は居所】 岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【電話番号】 058-265-1810

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【住所又は居所】 東京都渋谷区代々木二丁目 1 0 番 4 号 新宿辻ビル 8  
 階

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【電話番号】 03-5365-3057

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9720908

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多孔質炭化珪素焼結体及びその製造方法、並びにウェハ研磨装置用部材及びウェハ研磨装置用テーブル

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炭化珪素結晶によって構成される組織中に開放気孔が存在している多孔質焼結体において、前記炭化珪素結晶の平均粒径が  $20\ \mu\text{m}$  以上、気孔率が  $40\%$  以下、熱伝導率が  $80\text{ W/m}\cdot\text{K}$  以上である多孔質炭化珪素焼結体。

【請求項 2】

炭化珪素結晶によって構成される組織中に開放気孔が存在している多孔質焼結体において、前記炭化珪素結晶の平均粒径が  $20\ \mu\text{m}\sim 100\ \mu\text{m}$ 、気孔率が  $5\%\sim 30\%$ 、熱伝導率が  $80\text{ W/m}\cdot\text{K}$  以上である多孔質炭化珪素焼結体。

【請求項 3】

平均粒径が  $0.1\ \mu\text{m}\sim 1.0\ \mu\text{m}$  の細かい炭化珪素結晶を  $10$  体積 $\%$   $\sim 50$  体積 $\%$  含み、かつ、平均粒径が  $25\ \mu\text{m}\sim 150\ \mu\text{m}$  の粗い炭化珪素結晶を  $50$  体積 $\%$   $\sim 90$  体積 $\%$  含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の多孔質炭化珪素焼結体。

【請求項 4】

炭化珪素結晶によって構成される組織中に開放気孔が存在しており、前記炭化珪素結晶の平均粒径が  $20\ \mu\text{m}$  以上、気孔率が  $30\%$  以下、熱伝導率が  $80\text{ W/m}\cdot\text{K}$  以上である多孔質炭化珪素焼結体を製造する方法であって、

平均粒径  $5\ \mu\text{m}\sim 100\ \mu\text{m}$  の  $\alpha$  型炭化珪素の粗粉末  $100$  重量部に対して、平均粒径  $0.1\ \mu\text{m}\sim 1.0\ \mu\text{m}$  の  $\alpha$  型炭化珪素の微粉末を  $10$  重量部  $\sim 100$  重量部を配合し、これを均一に混合する工程、前記工程により得られた混合物を所定形状に成形して成形体を得る工程、及び前記成形体を  $1700^{\circ}\text{C}\sim 2400^{\circ}\text{C}$  の温度範囲で焼成して焼結体を得る工程を含むことを特徴とする多孔質炭化珪素焼結体の製造方法。

【請求項 5】

ウェハ研磨装置に用いられる部材であって、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に

記載の多孔質炭化珪素焼結体から構成されるウェハ研磨装置用部材。

【請求項 6】

ウェハ研磨装置を構成しているウェハ保持プレートの保持面に保持されている半導体ウェハが摺接される研磨面を有するテーブルにおいて、

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の多孔質炭化珪素焼結体からなる基材を複数枚積層した状態で各基材同士が接合されるとともに、前記基材の接合界面に流体流路が配設されているウェハ研磨装置用テーブル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多孔質炭化珪素焼結体及びその製造方法、並びにウェハ研磨装置用部材及びウェハ研磨装置用テーブルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、非酸化物セラミックの一種として炭化珪素（SiC）が知られている。炭化珪素焼結体は、熱伝導性、耐熱性、耐熱衝撃性、耐摩耗性、硬度、耐酸化性、耐食性等に優れるという好適な特性を有する。

【0003】

ゆえに、炭化珪素焼結体は、メカニカルシールや軸受等の耐磨耗材料をはじめとして、高温炉用の耐火材、熱交換器、燃焼管等の耐熱構造材料、酸やアルカリに晒されやすいポンプ部品等の耐腐食材料など、広く利用可能な材料であるといえる。また、近年では上記の諸特性、特に高い熱伝導性に着目し、炭化珪素焼結体を半導体製造装置（例えばウェハ研磨装置等）の構成材料として利用しようとする動きがある。

【0004】

ウェハ研磨装置とは、半導体ウェハのデバイス形成面を研磨するためのラッピングマシンやポリッシングマシンのことを指す。この装置は、ウェハトッププレート及び多孔質炭化珪素焼結体製のテーブル等を備えている。テーブル内に設けられた流路には冷却水が循環される。ウェハトッププレートの保持面には、半導

体ウェハが熱可塑性ワックスを用いて貼付けられる。回転するプッシュプレートに保持された半導体ウェハは、テーブルの研磨面に対して上方から押し付けられる。その結果、研磨面に半導体ウェハが摺接し、ウェハの片側面が均一に研磨される。そして、このときウェハに発生した熱は、テーブル内を伝導した後、流路を循環する冷却水により装置の外部に持ち去られるようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、炭化珪素焼結体には、熱を効率よく伝導するという性質があるため、焼結体内部に温度バラツキが生じにくいという利点がある。従って、焼結体には高い均熱性・熱応答性が付与される。また、熱応力の発生が回避されて基材が反りにくくなる結果、形状安定性が高くなる。

【0006】

ところで、炭化珪素焼結体は他のセラミックス焼結体に比較して熱伝導率が高いとはいうものの、多孔質体における熱伝導率の値は $10\text{ W/m}\cdot\text{K}\sim 70\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度にすぎなかった。従って、よりいっそう均熱性、熱応答性、形状安定性に優れた多孔質炭化珪素焼結体を実現するためには、さらなる熱伝導性の向上が必須と考えられていた。また、この焼結体を前記テーブルに利用した場合についても同様に、大口径・高品質ウェハの実現のためには熱伝導性の向上が必須と考えられていた。

【0007】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その第1の目的は、均熱性、熱応答性及び形状安定性に極めて優れた多孔質炭化珪素焼結体を提供することにある。第2の目的は、このような好適な焼結体を確実に製造できる方法を提供することにある。さらに、第3の目的は、大口径・高品質ウェハの製造に好適なウェハ研磨装置用部材、ウェハ研磨装置用テーブルを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明では、炭化珪素結晶によって構成される組織中に開放気孔が存在している多孔質焼結体において、前記炭

化珪素結晶の平均粒径が $20\mu\text{m}$ 以上、気孔率が $40\%$ 以下、熱伝導率が $80\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上である多孔質炭化珪素焼結体をその要旨とする。

【0009】

請求項2に記載の発明では、炭化珪素結晶によって構成される組織中に開放気孔が存在している多孔質焼結体において、前記炭化珪素結晶の平均粒径が $20\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 、気孔率が $5\%\sim 30\%$ 、熱伝導率が $80\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上である多孔質炭化珪素焼結体をその要旨とする。

【0010】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2において、平均粒径が $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の細かい炭化珪素結晶を $10\text{体積}\%\sim 50\text{体積}\%$ 含み、かつ、平均粒径が $25\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ の粗い炭化珪素結晶を $50\text{体積}\%\sim 90\text{体積}\%$ 含むこととした。

【0011】

請求項4に記載の発明では、炭化珪素結晶によって構成される組織中に開放気孔が存在しており、前記炭化珪素結晶の平均粒径が $20\mu\text{m}$ 以上、気孔率が $40\%$ 以下、熱伝導率が $80\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上である多孔質炭化珪素焼結体を製造する方法であって、平均粒径 $5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ の $\alpha$ 型炭化珪素の粗粉末 $100$ 重量部に対して、平均粒径 $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の $\alpha$ 型炭化珪素の微粉末を $10$ 重量部 $\sim 100$ 重量部を配合し、これを均一に混合する工程、前記工程により得られた混合物を所定形状に成形して成形体を得る工程、及び前記成形体を $1700^\circ\text{C}\sim 2400^\circ\text{C}$ の温度範囲で焼成して焼結体を得る工程を含むことを特徴とする多孔質炭化珪素焼結体の製造方法をその要旨とする。

【0012】

請求項5に記載の発明は、ウェハ研磨装置に用いられる部材であって、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の多孔質炭化珪素焼結体から構成されるウェハ研磨装置用部材をその要旨とする。

【0013】

請求項6に記載の発明は、ウェハ研磨装置を構成しているウェハ保持プレートの保持面に保持されている半導体ウェハが摺接される研磨面を有するテーブルに

において、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の多孔質炭化珪素焼結体からなる基材を複数枚積層した状態で各基材同士が接合されるとともに、前記基材の接合界面に流体流路が配設されているウェハ研磨装置用テーブルをその要旨とする。

【0014】

以下、本発明の「作用」について説明する。

請求項 1～3 に記載の発明によると、多孔質組織を構成する炭化珪素結晶の平均粒径が、 $20\mu\text{m}$ 以上という比較的大きな値に設定されている。熱が結晶の内部を伝導する効率は、熱が結晶間を伝導する効率に比べて一般に高いため、平均粒径が大きいほど熱伝導率が高くなる。また、気孔率が 40%以下という小さい値に設定されていることも、熱伝導性の向上に寄与している。即ち、気孔率が小さくなると焼結体内における空隙が減る結果、熱が伝導しやすくなるからである。

【0015】

このため、熱伝導率が  $80\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$  よりもかなり低い値である従来の多孔質体に比べて、焼結体内部に温度バラツキが生じにくくなる。その結果、焼結体に極めて高い均熱性及び熱応答性が付与される。また、熱応力の発生が確実に回避されて基材が反りにくくなる結果、焼結体に極めて高い形状安定性が付与される。

【0016】

この場合、炭化珪素結晶の平均粒径が  $20\mu\text{m}$  未満であったり、気孔率が 30%を超えるものであると、熱伝導率を  $80\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$  以上の高い値にすることが困難になる。従って、均熱性、熱応答性及び形状安定性の向上を十分に達成することができなくなる。なお、熱伝導率の値は  $80\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$  以上であることが必要であり、さらには  $100\text{W}/\text{m}$  以上であることが好ましく、 $100\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$  ～ $180\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$  であることが特に好ましい。

【0017】

炭化珪素結晶の平均粒径は、 $20\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$  に設定されることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ ～ $90\mu\text{m}$  に設定されることより好ましく、 $40\mu\text{m}$ ～ $70\mu\text{m}$  に設定されることが最も好ましい。平均粒径が大きくなりすぎると、空隙部分が多

くなり、焼結体の密度が低下してしまうおそれがある。

【0018】

開放気孔の気孔率は、5%～30%に設定されることが好ましく、10%～25%に設定されることより好ましく、10%～20%に設定されることが最も好ましい。

【0019】

また、焼結体は、平均粒径が0.1  $\mu\text{m}$ ～1.0  $\mu\text{m}$ の細かい炭化珪素結晶（以下、細結晶という）を10体積%～50体積%含み、かつ、平均粒径が25  $\mu\text{m}$ ～65  $\mu\text{m}$ の粗い炭化珪素結晶（以下、粗結晶という）を50体積%～90体積%含むものであることが好ましい。

【0020】

上記のように、細結晶と粗結晶とが適宜の比率で含まれる焼結体の場合、粗結晶間に形成される空隙が細結晶で埋まった状態となりやすく、実質的な空隙の比率が小さくなる。その結果、焼結体の熱抵抗がよりいっそう小さくなり、このことが熱伝導性の向上に大きく貢献しているものと考えられる。

【0021】

細結晶の平均粒径は、0.1  $\mu\text{m}$ ～1.0  $\mu\text{m}$ に設定されることがよく、0.1  $\mu\text{m}$ ～0.9  $\mu\text{m}$ に設定されることがより好ましく、0.1  $\mu\text{m}$ ～0.7  $\mu\text{m}$ に設定されることが最も好ましい。細結晶の平均粒径を極めて小さくしようとすると、高価な微粉末の使用が必要となるため、材料コストの高騰につながるおそれがある。逆に、細結晶の平均粒径が大きくなりすぎると、粗結晶間に形成される空隙を十分に埋めることができなくなり、焼結体の熱抵抗を十分に低減できなくなるおそれがある。

【0022】

焼結体において細結晶は、10体積%～50体積%含まれることがよく、15体積%～40体積%含まれることがより好ましく、20体積%～40体積%含まれることが最も好ましい。細結晶の含有比率が小さくなりすぎると、粗結晶間に形成される空隙を埋めるのに十分な量の細結晶が確保されにくくなり、焼結体の熱抵抗を確実に低減できなくなるおそれがある。逆に、細結晶の含有比率が大き

くなりすぎると、前記空隙を埋める細結晶がむしろ余剰となり、本来熱伝導性の向上に必要な程度の粗結晶が確保されなくなる。従って、かえって焼結体の熱抵抗が大きくなるおそれがある。

#### 【0023】

さらに、焼結体において粗結晶の平均粒径は、 $25\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ に設定されることがよく、 $40\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ に設定されることがより好ましく、 $60\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ に設定されることが最も好ましい。粗結晶の平均粒径を極めて小さくしようとする、前記細粒子との粒径差が小さくなる結果、細結晶と粗結晶との混合による熱抵抗低減効果を期待できなくなるおそれがある。逆に、粗結晶の平均粒径が大きくなりすぎると、粗結晶間に形成される個々の空隙が大きくなることから、たとえ十分な量の細結晶があったとしても当該空隙を十分に埋めることは困難になる。よって、焼結体の熱抵抗を十分に低減できなくなるおそれがある。

#### 【0024】

焼結体において粗結晶は、50体積%～90体積%含まれることがよく、60体積%～85体積%含まれることがより好ましく、60体積%～80体積%含まれることが最も好ましい。粗結晶の含有比率が小さくなりすぎると、本来熱伝導率の向上に必要な程度の粗結晶が確保されなくなり、かえって焼結体の熱抵抗が大きくなるおそれがある。逆に、粗結晶の含有比率が大きくなりすぎると、相対的に細結晶の含有比率が小さくなってしまい、粗結晶間に形成される空隙を十分に埋めることができなくなる。よって、焼結体の熱抵抗を確実に低減できなくなるおそれがある。

#### 【0025】

請求項4に記載の発明によると、本発明の多孔質炭化珪素焼結体は、上記のごとく、粗粉末に微粉末を所定割合で配合して混合する材料調製工程、成形工程及び焼成工程を経て製造される。

#### 【0026】

前記材料調製工程においては、平均粒径 $5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ の $\alpha$ 型炭化珪素の粗粉末100重量部に対して、平均粒径 $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の $\alpha$ 型炭化珪素

の微粉末を10重量部～100重量部を配合し、これを均一に混合することを行う。

【0027】

$\alpha$ 型炭化珪素の粗粉末の平均粒径は、 $5\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ に設定されることがよく、 $15\mu\text{m}$ ～ $75\mu\text{m}$ に設定されることがより好ましく、 $25\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ に設定されることが最も好ましい。 $\alpha$ 型炭化珪素の粗粉末の平均粒径が $5\mu\text{m}$ 未満になると、異常粒成長を抑制する効果が低くなるおそれがある。逆に、 $\alpha$ 型炭化珪素の粗粉末の平均粒径が $60\mu\text{m}$ を超えると、成形性が悪化することに加え、得られる多孔質体の強度が低くなるおそれがある。

【0028】

$\alpha$ 型炭化珪素の微粉末の平均粒径は、 $0.1\mu\text{m}$ ～ $1.0\mu\text{m}$ に設定されることがよく、 $0.1\mu\text{m}$ ～ $0.8\mu\text{m}$ に設定されることがより好ましく、 $0.2\mu\text{m}$ ～ $0.5\mu\text{m}$ に設定されることが最も好ましい。 $\alpha$ 型炭化珪素の微粉末の平均粒径が $0.1\mu\text{m}$ 未満になると、粒成長の制御が困難になることに加え、材料コストの高騰が避けられなくなる。逆に、 $\alpha$ 型炭化珪素の微粉末の平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ を超えると、粗結晶間に形成される空隙が埋まりにくくなるおそれがある。なお、微粉末として $\alpha$ 型を選択した理由は、 $\beta$ 型に比べて結晶の配向性が向上するため、熱伝導率がいくぶん高くなる傾向があるからである。

【0029】

前記微粉末の配合量は、10重量部～100重量部であることがよく、15重量部～65重量部であることがより好ましく、20重量部～60重量部であることが最も好ましい。微粉末の配合量が少なすぎると、粗結晶間に形成される空隙を埋めるのに十分な量の細結晶が確保されにくくなり、焼結体の熱抵抗を十分に低減できなくなるおそれがある。また、 $20\mu\text{m}$ 以上という所望の気孔径を得るために焼成温度を極めて高温に設定する必要が生じ、コスト的に不利となる。逆に、微粉末の配合量が多すぎると、熱伝導性の向上に必要な程度の粗結晶が確保されなくなる結果、焼結体の熱抵抗が大きくなるおそれがある。また、強度に優れた焼結体を得ることも困難になる。

【0030】

上記の材料調製工程においては、前記2種の粉末とともに、成形用バインダや分散溶媒が必要に応じて配合される。そして、これを均一に混合・混練して粘度を適宜調製することにより、まず原料スラリーが得られる。なお、原料スラリーを混合する手段としては、振動ミル、アトライター、ボールミル、コロイドミル、高速ミキサー等がある。混合された原料スラリーを混練する手段としては、例えばニーダー等がある。

#### 【0031】

成形用バインダとしては、ポリビニルアルコール、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ポリエチレングリコール、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等がある。成形用バインダの配合割合は、一般に炭化珪素粉末の合計100重量部に対し、1重量部～10重量部の範囲であることが好適である。この比率が1重量部未満であると、得られる成形体の強度が不十分となり、取扱性が悪くなる。逆に、この比率が10重量部を超えるものであると、乾燥等によって成形用バインダを除去する際に成形体にクラックが生じやすくなり、歩留まりが悪化してしまう。

#### 【0032】

分散溶媒としては、ベンゼン、シクロヘキサン等の有機溶剤、メタノール等のアルコール、水等が使用可能である。

次いで、前記原料スラリーを用いて炭化珪素の顆粒が形成される。炭化珪素粉末を顆粒化する方法としては、噴霧乾燥による顆粒化法（いわゆるスプレードライ法）のように、従来からある汎用技術を用いることができる。即ち、原料スラリーを高温状態に維持した容器内へ噴霧し、急速に乾燥を行なう方法などが適用可能である。

#### 【0033】

ここで、顆粒水分率は0.1重量%～2.0重量%であることがよく、0.2重量%～1.0重量%であることがさらによい。その理由は、顆粒水分率が上記範囲内であると、成形体密度及び焼結体密度が高くなる結果、熱伝導率が高くなるからである。顆粒水分率が0.1重量%未満であると、成形体密度及び焼結体密度が十分に高くなり、熱伝導率が高くなりにくくなる。逆に、顆粒水分率が

2. 0重量%を超えると、乾燥時に成形体にクラックが入りやすくなるおそれがあり、歩留まりの悪化につながってしまう。

#### 【0034】

続く成形工程においては、材料調製工程により得られた混合物からなる顆粒を所定形状に成形して成形体を作製する。

その際の成形圧力は、 $1.0 \text{ t/cm}^2 \sim 1.5 \text{ t/cm}^2$ であることがよく、 $1.1 \text{ t/cm}^2 \sim 1.4 \text{ t/cm}^2$ であることがさらによい。その理由は、成形体溝及び焼結体密度が高くなる結果、熱伝導率が高くなるからである。成形圧力が $1.0 \text{ t/cm}^2$ 未満であると、成形体密度及び焼結体密度が十分に高くなり、熱伝導率が高くなりにくくなる。逆に、 $1.5 \text{ t/cm}^2$ よりも大きな圧力で成形を行った場合、成形体密度等を十分に高くすることができる反面、専用のプレス装置が必要となり、設備コストの高騰や製造の困難化を招く結果となる。

#### 【0035】

また、成形体の密度は、 $2.0 \text{ g/cm}^3$ 以上に設定されることがよく、特に $2.2 \text{ g/cm}^3 \sim 2.7 \text{ g/cm}^3$ に設定されることが好ましい。その理由は、成形体の密度が小さすぎると、炭化珪素粒子相互の結合箇所が少なくなるからである。よって、得られる多孔質体の強度が低くなり、取扱性が悪くなる。逆に、成形体の密度を大きくしようとする、上記のごとく専用のプレス装置が必要となり、設備コストの高騰や製造の困難化を招く結果となる。

#### 【0036】

続く焼成工程においては、成形工程によって得られた成形体を $1700^\circ\text{C} \sim 2400^\circ\text{C}$ の温度範囲で、好ましくは $2000^\circ\text{C} \sim 2300^\circ\text{C}$ の温度範囲で、特に好ましくは $2000^\circ\text{C} \sim 2300^\circ\text{C}$ の温度範囲で焼成して焼結体を作製する。

#### 【0037】

焼成温度が低すぎると、炭化珪素粒子同士を結合するネック部を十分に発達させることが困難になり、高熱伝導率及び高強度を達成できなくなる場合がある。逆に、焼成温度が高すぎると、炭化珪素の熱分解が始まる結果、焼結体の強度低下を来してしまう。しかも、焼成炉に投じる熱エネルギー量が増大する結果、コスト的に不利となる。

## 【0038】

また、焼成時において焼成炉の内部は、例えばアルゴン、ヘリウム、ネオン、窒素、水素及び一酸化炭素の中から選択される少なくとも一種からなるガス雰囲気（即ち非酸化性雰囲気、不活性雰囲気）に保たれるべきである。なお、このとき焼成炉内を真空状態にしてもよい。

## 【0039】

さらに焼成時においては、ネック部の成長を促進させるために、成形体からの炭化珪素の揮散を抑制することが有利である。成形体からの炭化珪素の揮散を抑制する方法としては、外気の侵入を遮断可能な耐熱性の容器内に成形体を装入することが有効である。前記耐熱性の容器の形成材料としては、黒鉛または炭化珪素が好適である。

## 【0040】

そして、以上の各工程を実施すれば、均熱性、熱応答性及び形状安定性に極めて優れた多孔質炭化珪素焼結体を確実に製造することができる。

請求項5に記載の発明によると、均熱性、熱応答性及び形状安定性に極めて優れた多孔質炭化珪素焼結体からなる部材であるため、大口径・高品質ウェハの製造に好適なものとなる。

## 【0041】

請求項6に記載の発明によると、研磨面に対して半導体ウェハが回転しながら摺接する結果、半導体ウェハの片側面が前記研磨面によって均一に研磨される。上記のテーブルは、均熱性、熱応答性及び形状安定性に極めて優れた多孔質炭化珪素焼結体からなるため、研磨時に半導体ウェハに与える熱等の影響が最小限に抑えられる。よって、本発明のテーブルによれば、大口径・高品質ウェハを確実に製造することができる。

## 【0042】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体化した一実施形態のウェハ研磨装置1を図1～図4に基づき詳細に説明する。

## 【0043】

図1には、本実施形態のウェハ研磨装置1が概略的に示されている。同ウェハ研磨装置1を構成しているテーブル2は円盤状である。テーブル2の上面は、半導体ウェハ5を研磨するための研磨面2aになっている。この研磨面2aには図示しない研磨クロスが貼り付けられている。本実施形態のテーブル2は、冷却ジャケットを用いることなく、円柱状をした回転軸4の上端面に対して水平にかつ直接的に固定されている。従って、回転軸4を回転駆動させると、その回転軸4とともにテーブル2が一体的に回転する。

#### 【0044】

図1に示されるように、このウェハ研磨装置1は、複数（図1では図示の便宜上2つ）のウェハ保持プレート6を備えている。プレート6の形成材料としては、例えばガラスや、アルミナ等のセラミックス材料や、ステンレス等の金属材料などが採用される。各ウェハ保持プレート6の片側面（非保持面6b）の中心部には、プッシャ棒7が固定されている。各プッシャ棒7はテーブル2の上方に位置するとともに、図示しない駆動手段に連結されている。各プッシャ棒7は各ウェハ保持プレート6を水平に支持している。このとき、保持面6aはテーブル2の研磨面2aに対向した状態となる。また、各プッシャ棒7はウェハ保持プレート6とともに回転することができるばかりでなく、所定範囲だけ上下動することができる。プレート6側を上下動させる方式に代え、テーブル2側を上下動させる構造を採用しても構わない。ウェハ保持プレート6の保持面6aには、半導体ウェハ5が例えば熱可塑性ワックス等を用いて貼着される。半導体ウェハ5は、保持面6aに対して真空引きによりまたは静電的に吸着されてもよい。このとき、半導体ウェハ5における被研磨面5aは、テーブル2の研磨面2a側を向いている必要がある。

#### 【0045】

次に、テーブル2の構成について詳細に説明する。

図1、図2に示されるように、本実施形態のテーブル2は、2枚の多孔質炭化珪素焼結体製の基材11A、11Bからなる積層セラミックス構造体である。上側基材11Aの裏面には、流体流路である冷却用水路12の一部を構成する溝13が所定パターン状に形成されている。2枚の基材11A、11B同士は、銀口

ウ材層 14 を介して互いに接合されることにより、一体化されている。その結果、基材 11 A、11 B の接合界面に前記水路 12 が形成される。下側基材 11 B の略中心部には、貫通孔 15 が形成されている。これらの貫通孔 15 は、回転軸 4 内に設けられた流路 4 a と、前記水路 12 とを連通させている。

#### 【0046】

水路 12 の一部を構成する溝 13 は、上側基材 11 A の裏面を生加工後かつ焼成前に研削加工することにより形成された研削溝である。溝 13 の深さは 3 mm ～ 10 mm 程度に、幅は 5 mm ～ 20 mm 程度にそれぞれ設定されることがよい。

#### 【0047】

以下、本実施形態をより具体化したいくつかの実施例を紹介する。

#### 〔実施例 1〕

実施例 1 の作製においては、出発材料として、平均粒径  $30\ \mu\text{m}$  の  $\alpha$  型炭化珪素の粗粉末（#400）と、平均粒径  $0.3\ \mu\text{m}$  の  $\alpha$  型炭化珪素の微粉末（GMF-15H2）とを準備した。そして、前記粗粉末 100 重量部に対して、前記微粉末を 30 重量部を配合し、これを均一に混合した。

#### 【0048】

この混合物 100 重量部に対し、ポリビニルアルコール 5 重量部、水 50 重量部を配合した後、ボールミル中にて 5 時間混合することにより、均一な混合物を得た。この混合物を所定時間乾燥して水分をある程度除去した後、その乾燥混合物を適量採取しかつ顆粒化した。このとき、顆粒の水分率を約 0.8 重量%になるように調節した。次いで、前記混合物の顆粒を、金属製押し型を用いて  $1.3\ \text{t}/\text{cm}^2$  のプレス圧力で成形した。得られた円盤状の生成形体（ $50\ \text{mm}\ \phi$ 、 $5\ \text{mm}\ \text{t}$ ）の密度は  $2.6\ \text{g}/\text{cm}^3$  であった。

#### 【0049】

続いて、後に上側基材 11 A となるべき成形体の底面を研削加工することにより、深さ 5 mm かつ幅 10 mm の溝 13 を底面のほぼ全域に形成した。

次いで、ルツボに前記生成形体を装入し、タンマン型焼成炉を使用してその焼成を行なった。焼成は 1 気圧のアルゴンガス雰囲気中において実施した。また、焼成時においては  $10^\circ\text{C}/\text{分}$  の昇温速度で最高温度である  $2200^\circ\text{C}$  まで加熱し

、その後はその温度で4時間保持することとした。

#### 【0050】

得られた多孔質炭化珪素焼結体製の基材11A、11Bの開放気孔の気孔率は20%、熱伝導率は $130\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、密度は $2.5\text{ g/cm}^3$ であった。また、炭化珪素結晶の平均粒径は $30\text{ }\mu\text{m}$ であった。具体的には、平均粒径が $1.0\text{ }\mu\text{m}$ の細結晶を20体積%含み、かつ、平均粒径が $40\text{ }\mu\text{m}$ の粗結晶を80体積%含んでいた。なお、参考のため、図4(c)に実施例1の焼結体における粒度分布のグラフを示す。

#### 【0051】

続いて、従来公知の手法による面出し加工を行った後、銀ロウ材を用いて2枚の基材11A、11Bを接合して一体化した。さらに、上側基材11Aの表面に研磨加工を施すことにより、最終的に、半導体ウェハ5の研磨に適した面粗度の研磨面2aを有するテーブル2を完成した。

#### 【0052】

このようにして得られた実施例1のテーブル2を上記各種の研磨装置1にセットし、水路12内に冷却水Wを常時循環させつつ、各種サイズの半導体ウェハ5の研磨を行なった。そして、各種の研磨装置1による研磨を経て得られた半導体ウェハ5を観察したところ、ウェハサイズの如何を問わず、ウェハ5には傷が付いていなかった。また、ウェハ5に大きな反りが生じるようなこともなかった。つまり、本実施例のテーブル2を用いた場合、極めて大口径・高品質な半導体ウェハ5が得られることがわかった。

#### 【0053】

なお、図3は実施例1のテーブル2を拡大して概念的に示した断面図である。このテーブル2を構成する多孔質炭化珪素焼結体は、細結晶21と粗結晶22とを含んでいる。粗結晶22間に形成される空隙は、細結晶21でほぼ埋まった状態となっている。従って、実質的な空隙の比率、つまり開放気孔23の気孔率はかなり小さいものとなっていることが把握できる。

#### 〔実施例2〕

実施例2の作製においては、平均粒径 $35\text{ }\mu\text{m}$ の $\alpha$ 型炭化珪素の粗粉末（#3

60) を用いるとともに、前記粗粉末 100 重量部に対して、前記微粉末を 30 重量部を配合し、これを均一に混合した。それ以外の条件については、基本的に実施例 1 と同様にした。

#### 【0054】

その結果、得られた多孔質炭化珪素焼結体製の基材 11A, 11B の開放気孔の気孔率は 17%、熱伝導率は  $145 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 、密度は  $2.55 \text{ g/cm}^3$  であった。また、炭化珪素結晶の平均粒径は  $36 \mu\text{m}$  であった。具体的には、平均粒径が  $1.0 \mu\text{m}$  の細結晶を 20 体積% 含み、かつ、平均粒径が  $45 \mu\text{m}$  の粗結晶を 80 体積% 含んでいた。なお、参考のため、図 4(b) に実施例 2 の焼結体における粒度分布のグラフを示す。

#### 【0055】

実施例 1 と同じ手順でテーブル 2 を完成させた後、それを上記各種の研磨装置 1 にセットし、各種サイズの半導体ウェハ 5 の研磨を行なったところ、前記実施例 1 とほぼ同様の優れた結果が得られた。

#### 【実施例 3】

実施例 3 の作製においては、平均粒径  $57 \mu\text{m}$  の  $\alpha$  型炭化珪素の粗粉末 (#240) を用いるとともに、前記粗粉末 100 重量部に対して、前記微粉末を 30 重量部を配合し、これを均一に混合した。それ以外の条件については、基本的に実施例 1 と同様にした。

#### 【0056】

その結果、得られた多孔質炭化珪素焼結体製の基材 11A, 11B の開放気孔の気孔率は 15%、熱伝導率は  $150 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 、密度は  $2.6 \text{ g/cm}^3$  であった。また、炭化珪素結晶の平均粒径は  $65 \mu\text{m}$  であった。具体的には、平均粒径が  $1.0 \mu\text{m}$  の細結晶を 20 体積% 含み、かつ、平均粒径が  $80 \mu\text{m}$  の粗結晶を 80 体積% 含んでいた。なお、参考のため、図 4(a) に実施例 3 の焼結体における粒度分布のグラフを示す。

#### 【0057】

実施例 1 と同じ手順でテーブル 2 を完成させた後、それを上記各種の研磨装置 1 にセットし、各種サイズの半導体ウェハ 5 の研磨を行なったところ、前記実施

例 1 とほぼ同様の優れた結果が得られた。

〔比較例〕

比較例の作製においては、平均粒径  $10\ \mu\text{m}$  の  $\alpha$  型炭化珪素の粗粉末を用いるとともに、前記粗粉末 100 重量部に対して、平均粒径  $0.7\ \mu\text{m}$  の  $\alpha$  型炭化珪素の微粉末を 45 重量部を配合し、これを均一に混合した。それ以外の条件については、基本的に実施例 1 と同様にした。

【0058】

この混合物 100 重量部に対し、ポリビニルアルコール 5 重量部、水 50 重量部を配合した後、ボールミル中にて 5 時間混合することにより、均一な混合物を得た。この混合物を所定時間乾燥して水分をある程度除去した後、その乾燥混合物を適量採取しかつ顆粒化した。次いで、前記混合物の顆粒を、金属製押し型を用いて  $0.6\ \text{t}/\text{cm}^2$  のプレス圧力で成形した。得られた円盤状の生成形体の密度は  $2.0\ \text{g}/\text{cm}^3$  であった。

【0059】

続いて、後に上側基材 11A となるべき成形体の底面を研削加工することにより、深さ 5 mm かつ幅 10 mm の溝 13 を底面のほぼ全域に形成した。

次いで、外気を遮断することができる黒鉛製ルツボに前記生成形体を装入し、タンマン型焼成炉を使用してその焼成を行なった。焼成は 1 気圧のアルゴンガス雰囲気中において実施した。また、焼成時においては  $10^\circ\text{C}/\text{分}$  の昇温速度で最高温度である  $1700^\circ\text{C}$  まで加熱し、その後はその温度で 4 時間保持することとした。

【0060】

その結果、得られた多孔質炭化珪素焼結体製の基材 11A、11B の開放気孔の気孔率は 38%、熱伝導率は  $50\ \text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、密度は  $2.0\ \text{g}/\text{cm}^3$  であった。また、炭化珪素結晶の平均粒径は  $10\ \mu\text{m}$  であった。

【0061】

従って、本実施形態の前記各実施例によれば以下のような効果を得ることができる。

(1) 各実施例のテーブル 2 を構成する多孔質炭化珪素焼結体では、いずれも

炭化珪素結晶の平均粒径が $20\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 、気孔率が $5\%\sim 30\%$ 、熱伝導率が $80\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上になっている。

【0062】

また、これらの焼結体は、いずれも平均粒径が $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の細結晶を $10\text{体積}\%\sim 50\text{体積}\%$ 含み、かつ、平均粒径が $25\mu\text{m}\sim 65\mu\text{m}$ の粗結晶を $50\text{体積}\%\sim 90\text{体積}\%$ 含んでいる。

【0063】

ゆえに、熱伝導率の値が $100\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ を超えるものとなり、テーブル2に極めて高い熱伝導性が付与される。このため、従来品に比べて焼結体内部に温度バラツキが生じにくくなる。その結果、焼結体に極めて高い均熱性及び熱応答性が付与される。また、熱応力の発生が確実に回避されて基材11A、11Bが反りにくくなる結果、焼結体に極めて高い形状安定性が付与される。そして、これによりウェハ5の大口径化・高品質化を確実に達成することができるようになる。

【0064】

(2) このテーブル2の場合、基材11A、11Bの接合界面に存在する水路12に冷却水Wを流すことができる。そのため、半導体ウェハ5の研磨時に発生した熱をテーブル2から直接かつ効率よく逃がすことができ、しかも温度制御を細かく行うことができる。よって、冷却ジャケットにテーブル2を載せて間接的に冷却を行う従来装置に比べ、テーブル2内の温度バラツキが極めて小さくなり、均熱性及び熱応答性も格段に向上する。ゆえに、この装置1によれば、ウェハ5が熱による悪影響を受けにくくなり、ウェハ5の大口径化に対応することができるようになる。しかも、ウェハ5を高い精度で研磨することが可能となるため、高品質化にも対応することができるようになる。

【0065】

なお、本発明の実施形態は以下のように変更してもよい。

・ 基材11A、11B同士は、ろう材に代表される金属系接合材を用いて接合されてもよいほか、樹脂からなる接着剤（例えばエポキシ樹脂等）を用いて接合されてもよい。

## 【0066】

・ 基材 11A, 11B 同士は、必ずしもロウ材層 14 を介して接合されていなくてもよく、例えばロウ材層 14 を省略する代わりに、基材 11A, 11B 同士をボルトとナットとの締結によって一体化しても構わない。

## 【0067】

・ 2 層構造をなす実施形態のテーブル 2 に代えて、3 層構造をなすテーブルに具体化してもよい。勿論、4 層以上の積層構造にしても構わない。

・ 溝 13 は上側基材 11A のみに形成されていてもよいほか、下側基材 11B のみに形成されていてもよく、あるいは両方の基材 11A, 11B に形成されていてもよい。

## 【0068】

・ 本実施形態のテーブル 2 の使用にあたって、水路 12 内に水以外の液体を循環させてもよく、さらには気体を循環させてもよい。

・ 本発明の多孔質炭化珪素焼結体は、ウェハ研磨装置におけるテーブル 2 に利用されてもよいほか、テーブル以外の部材（ウェハトッププレート等）に利用されてもよい。勿論、本発明は、ウェハ研磨装置用テーブル 2 等に代表される半導体製造装置の構成材料に利用されるのみにとどまらない。例えば、同焼結体を電子部品搭載用基板の放熱体に利用してもよい。また、同焼結体を、メカニカルシールや軸受等の耐磨耗材料、高温炉用の耐火材、熱交換器、燃焼管等の耐熱構造材料、ポンプ部品等の耐腐食材料などに利用することも勿論可能である。

## 【0069】

次に、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほかに、前述した実施形態によって把握される技術的思想をその効果とともに以下に列挙する。

(1) 請求項 4 において、前記混合物を所定形状に成形して成形体を得る工程を実施するとき、成形圧力を  $1.0 \text{ t/cm}^2 \sim 1.5 \text{ t/cm}^2$  に設定すること。従って、この技術的思想 1 に記載の発明によれば、設備コストの高騰や製造の困難化を回避しつつ、十分に熱伝導性を向上させることができる。

## 【0070】

(2) 請求項 4、技術的思想 1 において、前記混合物から顆粒を作製し、そ

れを所定形状に成形して前記成形体を得るにあたり、前記顆粒の水分率を 0. 1 重量%～2. 0 重量%に設定すること。従って、この技術的思想 2 に記載の発明によれば、歩留まりの悪化を回避しつつ、十分に熱伝導性を向上させることができる。

#### 【0 0 7 1】

##### 【発明の効果】

以上詳述したように、請求項 1～3 に記載の発明によれば、均熱性、熱応答性及び形状安定性に極めて優れた多孔質炭化珪素焼結体を提供することができる。

#### 【0 0 7 2】

請求項 4 に記載の発明によれば、このような好適な焼結体を確実に製造できる方法を提供することができる。

請求項 5 に記載の発明によれば、大口径・高品質ウェハの製造に好適なウェハ研磨装置用部材を提供することができる。

#### 【0 0 7 3】

請求項 6 に記載の発明によれば、大口径・高品質ウェハの製造に好適なウェハ研磨装置用テーブルを提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を具体化した一実施形態におけるウェハ研磨装置を示す概略図。

【図 2】ウェハ研磨装置に用いられるテーブルの要部拡大断面図。

【図 3】前記テーブルをさらに拡大して概念的に示した断面図。

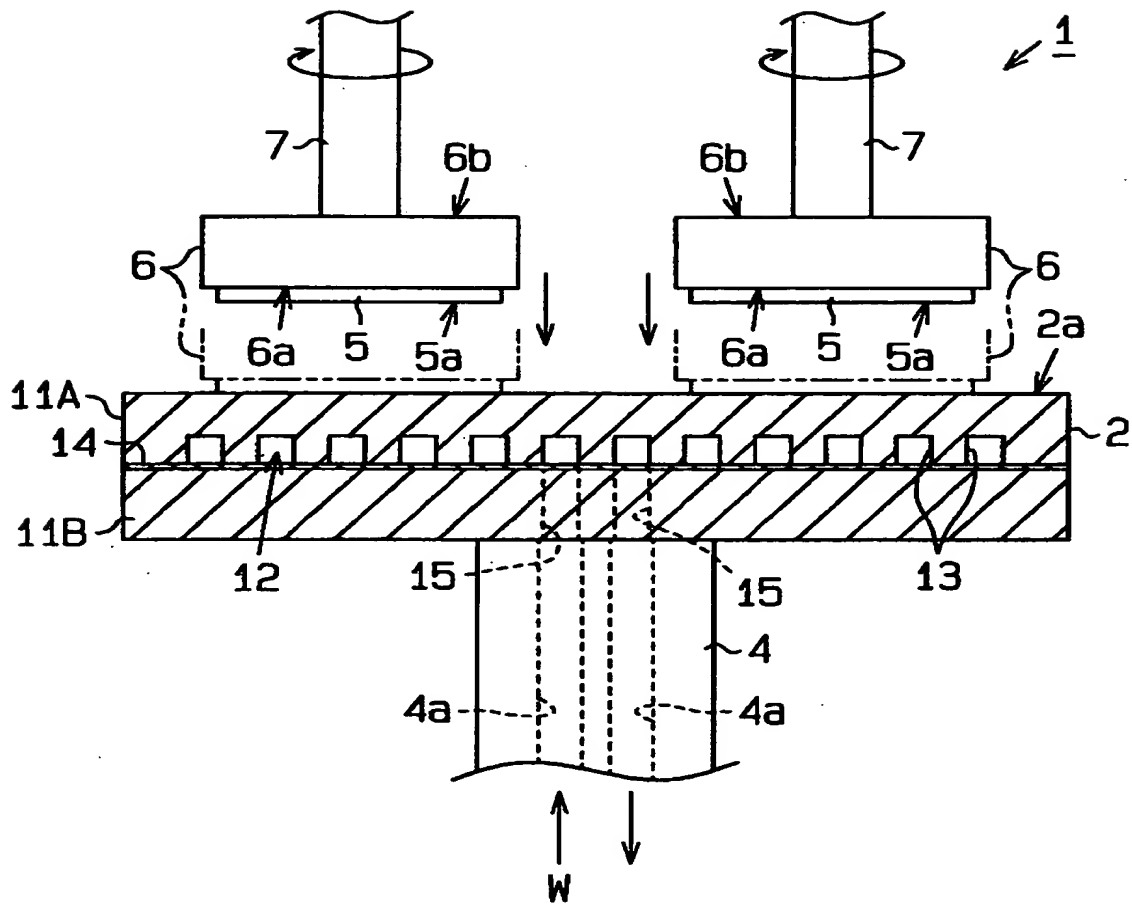
【図 4】(a), (b), (c)は前記テーブルを構成する多孔質炭化珪素焼結体における粒度分布を示すグラフ。

##### 【符号の説明】

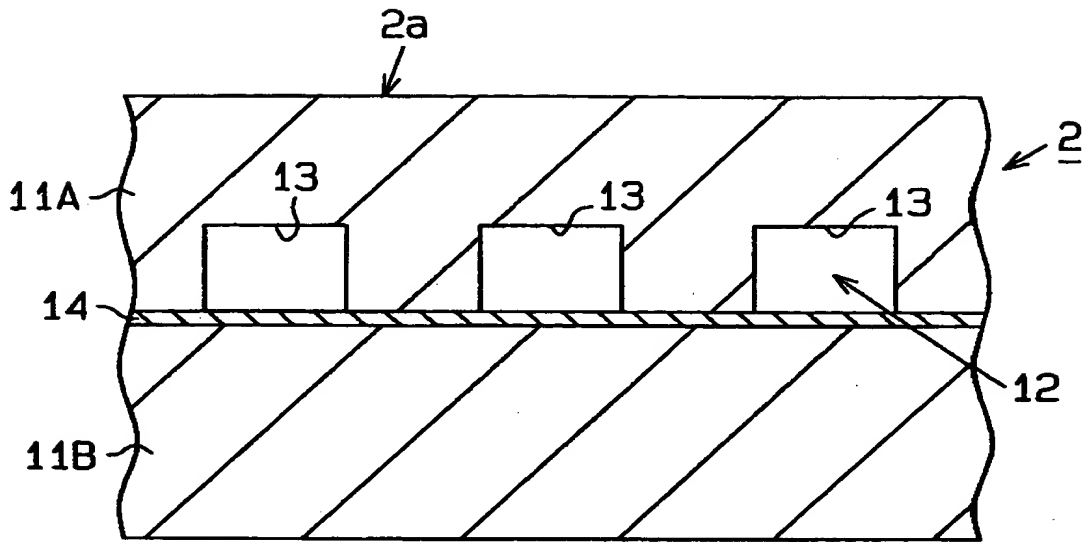
1…ウェハ研磨装置、2…セラミックス構造体の一種であるウェハ研磨装置用テーブル、2 a…研磨面、5…半導体ウェハ、6…ウェハ保持プレート、6 a…保持面、1 1 A, 1 1 B…基材、1 2…流体流路としての冷却用水路、2 1…細かい炭化珪素結晶、2 2…粗い炭化珪素結晶、2 3…開放気孔。

【書類名】 図面

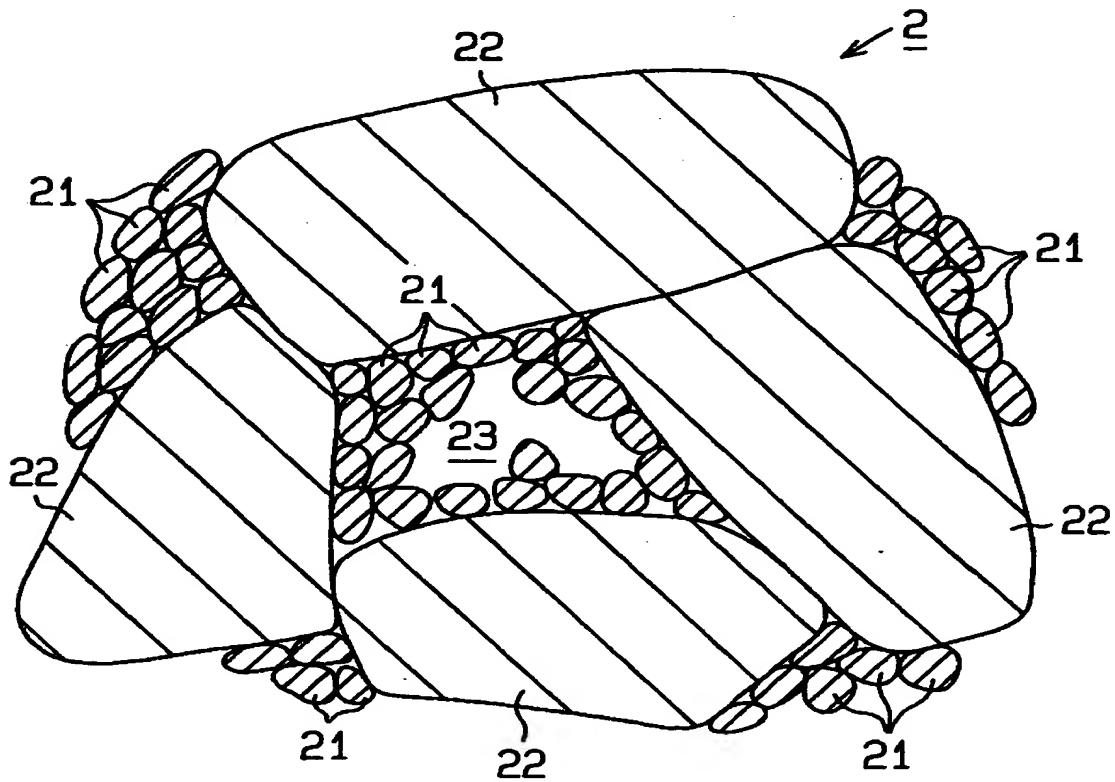
【図 1】



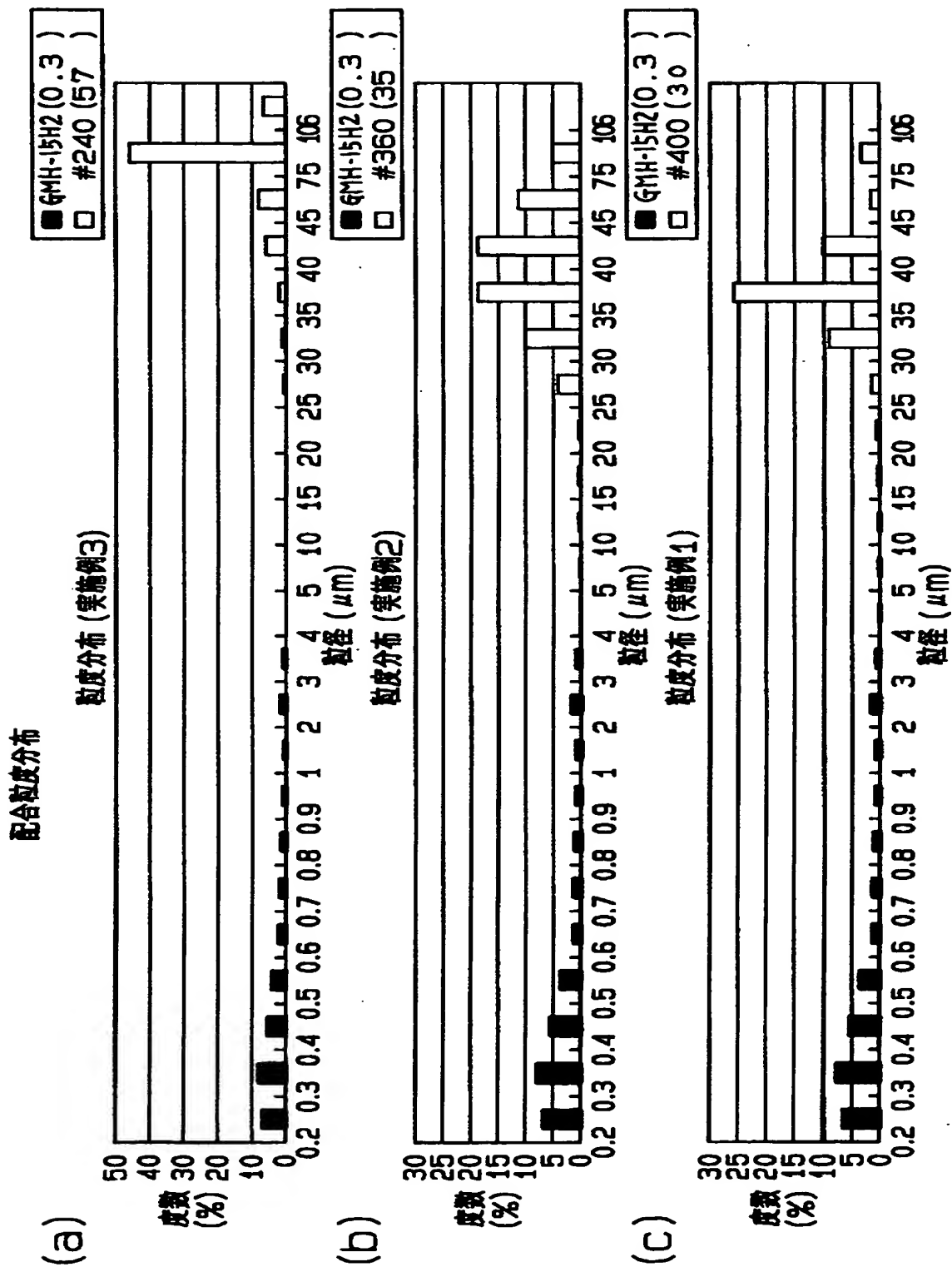
【図2】



【図3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 均熱性、熱応答性及び形状安定性に極めて優れた多孔質炭化珪素焼結体を提供すること。

【解決手段】 このテーブル 2 はウェハ研磨装置 1 に用いられるものであって、多孔質炭化珪素焼結体製の基材 1 1 A, 1 1 B からなる。この多孔質炭化珪素焼結体では、炭化珪素結晶 2 1, 2 2 によって構成される組織中に開放気孔 2 3 が存在している。炭化珪素結晶 2 1, 2 2 の平均粒径は  $20\ \mu\text{m}$  以上、気孔率は 40 % 以下、熱伝導率は  $80\text{ W/m}\cdot\text{K}$  以上である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000158]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地  
氏 名 イビデン株式会社

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**